

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-165132

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl.

H01Q 7/00

G06K 19/07

H04B 5/00

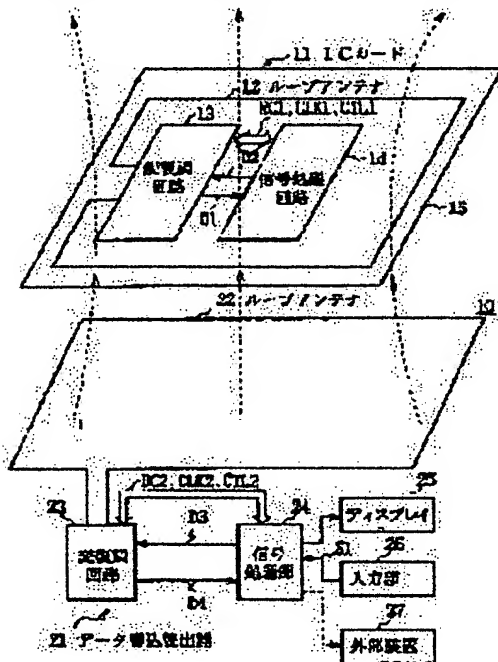
(21)Application number : 10-356981

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 30.11.1998

(72)Inventor : ARISAWA SHIGERU

## (54) ANTENNA DEVICE AND CARD-LIKE STORAGE MEDIUM



### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To always efficiently and normally operate an electronic circuit to be connected to an antenna device by converting load resistance of the electronic circuit its viewed from the antenna side into a specified value and supplying the maximum electromotive force to the electronic circuit by a load resistance converting means.

SOLUTION: Electromagnetic waves radiated from a data reader/writer 21 are received by an IC card 11 in a state that reception efficiency is further enhanced by a resonance circuit consisting of a loop antenna 12 and a resonance capacitor. The load resistance of the electronic circuit viewed from the loop antenna 12 is converted into an optimal value by which the maximum reception power is obtained in response to the distance between the electronic circuit and the data reader/writer 21 by a load resistance converting part. The maximum reception power is

supplied from both ends of the resonance capacitor to the electronic circuit via the load resistance converting part by converting the load resistance of the electronic circuit into the optimal value by which the maximum reception power is obtained by the IC card 11. The maximum reception power is always supplied to the electronic circuit by the IC card 11.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-165132

(P2000-165132A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000. 6. 16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マコ-ト\* (参考)

H 0 1 Q 7/00

H 0 1 Q 7/00

5 B 0 3 5

G 0 6 K 19/07

H 0 4 B 5/00

Z 5 K 0 1 2

H 0 4 B 5/00

G 0 6 K 19/00

H

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-356981

(22) 出願日

平成10年11月30日 (1998. 11. 30)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 有沢 繁

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー  
株式会社内

(74) 代理人 100082740

弁理士 田辺 恵基

Fターム(参考) 5B035 AA00 AA11 BC00 BC03 CA06

CA12 CA22 CA23 CA31

5K012 AB05 AC06 AD05 AE13 BA02

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置及びカード状記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、接続される電子回路を常に効率良く正常に動作させる。

【解決手段】 本発明は、アンテナを介して受信した電磁波のエネルギーに基づく起電力を所定の電子回路に供給するアンテナ装置において、アンテナ側からみた電子回路の負荷抵抗を所定値に変換する負荷抵抗変換手段とを具備、当該負荷抵抗変換手段によって最大の起電力を電子回路に供給するようにする。

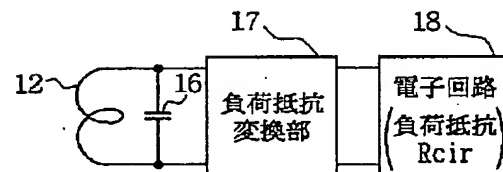


図2 本発明によるICカード

**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】アンテナを介して受信した電磁波のエネルギーに基づく起電力を所定の電子回路に供給するアンテナ装置において、

上記アンテナ側からみた上記電子回路の負荷抵抗を所定値に変換する負荷抵抗変換手段を具え、

上記負荷抵抗変換手段によって最大の上記起電力を上記電子回路に供給することを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 2】上記アンテナ装置は、

上記電磁波に共振させて受信効率を向上する共振手段を具えることを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 3】上記負荷抵抗変換手段は、上記アンテナと対向する位置に設けられた電磁波放射手段との距離に応じて上記電子回路の負荷抵抗を所定値に変換することを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 4】上記負荷抵抗変換手段は、トランスでなることを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 5】上記負荷抵抗変換手段は、ループコイルでなることを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 6】上記負荷抵抗変換手段は、インダクタンス及びキャパシタンスからなることを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 7】所定の電子回路に対するデータの書き込み及び読み出しを電磁波によって非接触で行うカード状記憶媒体において、

上記電磁波を受信して当該電磁波のエネルギーに基づく起電力を所定の電子回路に供給するアンテナと、

上記アンテナ側からみた上記電子回路の負荷抵抗を所定値に変換する負荷抵抗変換手段とを具え、

上記負荷抵抗変換手段によって最大の上記起電力を上記電子回路に供給することを特徴とするカード状記憶媒体。

【請求項 8】上記カード状記憶媒体は、

上記電磁波に共振させて受信効率を向上する共振手段を具えることを特徴とする請求項 7 に記載のカード状記憶媒体。

【請求項 9】上記負荷抵抗変換手段は、上記アンテナと対向する位置に設けられた電磁波放射手段との距離に応じて上記電子回路の負荷抵抗を所定値に変換することを特徴とする請求項 7 に記載のカード状記憶媒体。

【請求項 10】上記負荷抵抗変換手段は、トランスでなることを特徴とする請求項 7 に記載のカード状記憶媒体。

【請求項 11】上記負荷抵抗変換手段は、ループコイルでなることを特徴とする請求項 7 に記載のカード状記憶媒体。

【請求項 12】上記負荷抵抗変換手段は、インダクタンス及びキャパシタンスからなることを特徴とする請求項 7 に記載のカード状記憶媒体。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明はアンテナ装置及びカード状記憶媒体に関し、例えば IC(Integrated Circuit)カードと非接触でデータの書き込み及び読み出しを行うためのアンテナ装置及びカード状記憶媒体に適用して好適なものである。

**【0002】**

【従来の技術】近年、駅の改札機、セキュリティシステム、電子マネーシステム等の分野においては、データ書込読出器と IC カードとを用いた IC カードシステムが試験的に導入されており、IC カードに対するデータの書き込みや IC カードからのデータの読み出しを非接触で実行するようになされている。

【0003】データ書込読出器は、送信すべきデータに基づいて変調し、当該変調した電磁波（例えば変動磁界）を IC カードに対して放射する。IC カードは、放射された電磁波を受信した後、データ書込読出器によって行われた変調方式に対応した復調方式で復調することにより復調データを得、これを所定の電子回路によって処理する。そして IC カードは、電子回路によって処理されたデータを基に内部メモリから返答データを読み出し、当該読み出した返答データを基に変調し、当該変調した電磁波をデータ書込読出器に対して放射する。

【0004】このような IC カードシステムにおいては、IC カード内部にダイポールアンテナを構成してデータ書込読出器から放射された電磁波の磁界エネルギーを受信することが考えられるが、カード自体のサイズが電磁波の波長に比べて非常に小さいためダイポールアンテナを IC カード内部に設けることは物理的に困難であり現実的ではない。

【0005】そこで IC カード自体にループアンテナを実装して電磁波を受信することが行われている。このようなループアンテナを実装した IC カードにおいては、内部に電源用のバッテリーを設けた場合、小型化及び軽量化、並びにメンテナンス性を損なうために、放射されて受信した電磁波の磁界エネルギーを基に電子回路を動作させることが一般的に行われており、こうした場合特に受信効率の優れたループアンテナが必要不可欠となる。

【0006】図 12 に示すように、IC カード 1 においてはループアンテナ 2 に並列にコンデンサ 3 が接続されており、当該コンデンサ 3 の両端から得られる起電力を用いて電子回路 4 を動作するようになされている。

【0007】この場合ループアンテナ 2 は、アンテナ面積を通過する鎖交磁束の変化を電磁誘導の原理によって電圧に変換し、これを電子回路 4 に供給するものであり、アンテナ面積を増大させることにより IC カード 1 における受信効率を向上させることが可能である。

【0008】また IC カード 1 においては、ループアン

テナ2に共振コンデンサ3を並列に接続し、ループアンテナ2及びコンデンサ3によって共振回路を構成することにより、受信した電磁波に同調させて受信効率を向上させるようになされている。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 ところどころかかる構成のICカード1においては、図13に示すように所定距離離れた対向する位置に設けられたデータ書込読出器5のループアンテナ6から放射された電磁波をループアンテナ2及び共振コンデンサ3によって効率良く受信し、当該電磁波のエネルギーに応じた受信電力を電子回路4に相当する負荷抵抗 $R_{cir}$ に供給している。

【0010】 このICカード1では、ダイオード7及びコンデンサ8からなる整流回路9が負荷抵抗 $R_{cir}$ の前端に設けられており、これにより測定し易い直流電圧に変換して負荷抵抗 $R_{cir}$ に供給する受信電力を正確に測定するようになされている。

【0011】 この場合ICカード1は、負荷抵抗 $R_{cir}$ が無限に大きいときには最大の電圧値が得られるが、電流が殆ど流れないので電子回路4に供給される受信電力は非常に小さくなり、また負荷抵抗 $R_{cir}$ が非常に小さいときには電流は多く流れるが電圧が殆ど得られないので電子回路4に供給される受信電力は非常に小さくなる。すなわちICカード1においては、電子回路4に最大の受信電力を供給するための負荷抵抗 $R_{cir}$ の最適値が存在する。

【0012】 図14は、ICカード1における受信電力の測定結果を示し、ICカード1の受信電力 $P$ が最大値を得るときには、データ書込読出器5とICカード1との距離（例えば6[cm]、8[cm]、10[cm]及び12[cm]）別にそれぞれ負荷抵抗 $R_{cir}$ の最適値が存在する。

【0013】 すなわち最大の受信電力 $P$ が得られる負荷抵抗 $R_{cir}$ の最適値 $R_{pow}$ は、例えば距離6[cm]の場合に約10[K $\Omega$ ]となり、距離8[cm]の場合に約10[K $\Omega$ ]となり、距離10[cm]の場合に約9[K $\Omega$ ]となり、距離12[cm]の場合に約8[K $\Omega$ ]となる。

【0014】 しかしながらICカード1においては、接続される電子回路4の負荷抵抗 $R_{cir}$ と最大の受信電力 $P$ が得られる最適値 $R_{pow}$ とが一致しているとは必ずしも限らず、このため受信電力 $P$ が極端に低くなった場合には本来十分に作動するだけの通信距離を持ってしてもカード内の回路が正常に動作しないという問題があった。

【0015】 また、このような場合ICカード1は、回路を正確に動作させるためにデータ書込読出器5から強い電磁波による過大な電力の供給を受ける必要があり、これによりデータ書込読出器5の消費電力を増大させてしまうという問題があった。

【0016】 本発明は以上の点を考慮してなされたもので、接続される電子回路を常に効率良く正常に動作させ

得るアンテナ装置及びカード状記憶媒体を提案しようとするものである。

#### 【0017】

【課題を解決するための手段】 かかる課題を解決するため本発明においては、アンテナを介して受信した電磁波のエネルギーに基づく起電力を所定の電子回路に供給するアンテナ装置において、アンテナ側からみた電子回路の負荷抵抗を所定値に変換する負荷抵抗変換手段を具え、当該負荷抵抗変換手段によって最大の起電力を電子回路に供給することにより、接続される電子回路を常に効率良く正常に動作させることができる。

【0018】 所定の電子回路に対するデータの書き込み及び読み出しを電磁波によって非接触で行うカード状記憶媒体において、電磁波を受信して当該電磁波のエネルギーに基づく起電力を所定の電子回路に供給するアンテナと、当該アンテナ側からみた電子回路の負荷抵抗を所定値に変換する負荷抵抗変換手段とを具え、当該負荷抵抗変換手段によって最大の起電力を電子回路に供給することにより、接続される電子回路を常に効率良く正常に動作させることができる。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】 以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0020】 (1) ICカードシステムの全体構成  
図1において、10は全体として非接触型のIC(Integrated Circuit)カードシステムを示し、ICカード11とデータ書込読出器21とから構成されている。

【0021】 ICカード11は、電源供給用のバッテリーを有しないバッテリーレス型のICカードであり、例えばクレジットカード状の平板形状の基板15上に実装され、データ書込読出器21から放射された電磁波を受信して電気信号に変換するコイル状のループアンテナ12と、送信データの変調又は受信データの復調を行う変復調回路13と、受信データの解析及び送信データの生成を行う信号処理回路14とから構成されている。

【0022】 實際上ICカード11においては、データ書込読出器21から放射された電磁波をループアンテナ12で受信し、これを変調波として変復調回路13に送出する。変復調回路13は変調波を復調し、これをデータ書込読出器21から送られてきた再生データD1として信号処理回路14に送出する。

【0023】 信号処理回路14はCPU(Central Processing Unit)でなり、ROM(Read Only Memory)やRAM(Random Access Memory)を内部に有し(図示せず)、ROMに内蔵されているプログラムを読み出して再生データD1をRAM上で解析し、再生データD1に基づいて内部の不揮発性メモリ(図示せず)に格納されている返答データD2を読み出し、これを変復調回路13に送出する。変復調回路13は、返答データD2に基づいて変調し、ループアンテナ12から電磁波としてデータ書

込読出力器21に放射する。

【0024】ここで変復調回路13は、電磁波のエネルギーを安定した直流電源に変換する電源回路(図示せず)を内部に有しており、データ書込読出力器21から放射されてループアンテナ12で受信した電磁波を基に電源回路によって直流電源DC1を生成して信号処理回路14に供給すると共に、受信した電磁波に基づいて生成したクロック信号CLK1を信号処理回路14に送出し、また各種制御用のコントロール信号CTL1を信号処理回路14から受け取るようになされている。

【0025】データ書込読出力器21は、キーボードや操作パネル等である入力部26からの指示信号S1を信号処理部24に送出する。信号処理部24はCPUであり、ROMやRAMを内部に有し(図示せず)、ROMに内蔵されているプログラムを読み出し、指示信号S1に応じた信号処理をRAM上で行うことによりICカード11に送信すべき送信データD3を生成し、これを変復調回路23に送出する。

【0026】変復調回路23は、電磁波として効率良く放射し得るような所定の周波数帯域の搬送波を用いて送信データD3に基づく変調処理を施し、ループアンテナ22から電磁波として放射する。

【0027】またデータ書込読出力器21は、ICカード11から放射された電磁波をループアンテナ22によって受信し、これを変調波として変復調回路23に送出する。変復調回路23は、変調波を復調し、これをICカード11から送られてきた再生データD4として信号処理部24に送出する。

【0028】ここで信号処理部24は、外部から供給された直流電源DC2を変復調回路23に供給すると共に、クロック信号CLK2及び各種制御用のコントロール信号CTL2を変復調回路23に送出するようになされている。

【0029】信号処理部24は、受け取った再生データ

$$V_1 = V_2 \cdot \frac{N_1}{N_2} \quad \dots\dots (1)$$

【0035】で表される。

【0036】また、負荷抵抗 $R_{cir}$ と、2次コイル32の印加電圧 $V_2$ と、2次コイル32への流入電流 $I_2$ と

$$V_2 = I_2 \cdot R_{cir} \quad \dots\dots (2)$$

【0038】で表される。

【0039】さらに、トランスのエネルギー損失がないと仮定した場合、1次コイル31及び2次コイル32における電力は同じなので、1次コイル31の印加電圧 $V_1$ 及び2次コイル32の印加電圧 $V_2$ と、1次コイル3

$$V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2 \quad \dots\dots (3)$$

【0041】で表される。

D4に基づいて信号処理を施し、その結果をディスプレイ25に表示する。また信号処理部24は、再生データD4に基づく信号処理結果を外部装置27に送出し得るようになされている。

【0030】(2)負荷抵抗変換部を有するICカード次に、データ書込読出力器21から放射された電磁波をループアンテナ12によって受信し、最大の受信電力を供給するための負荷抵抗変換部を具えたICカード11の具体的な構成について説明する。

【0031】図2に示すようにICカード11は、ループアンテナ12に対して共振コンデンサ16が並列に接続されており、ループアンテナ12及びコンデンサ16によって共振回路を構成することにより、受信した電磁波に同調させて受信効率を向上させるようになされている。

【0032】またICカード11は、変復調回路13及び信号処理回路14(図1)を含む電子回路18の前段に負荷抵抗変換部17を設けるようにしたことにより、共振コンデンサ16の両端から最大受信電力が得られるように電子回路18の負荷抵抗 $R_{cir}$ を変換するようになされている。

【0033】(2-1)トランスを用いた負荷抵抗変換部の構成

図2との対応部分に同一符号を付して示す図3に示すように、負荷抵抗変換部17は巻数 $N_1$ の1次コイル31と巻数 $N_2$ の2次コイル32とから構成されるトランスであり、1次コイル31の印加電圧 $V_1$ 、2次コイル32の印加電圧 $V_2$ 、1次コイル31の流入電流 $I_1$ 、2次コイル32の流入電流 $I_2$ 、電子回路18の負荷抵抗 $R_{cir}$ とすると、トランスの性質上から巻数と印加電圧との関係は、次式

【0034】

【数1】

の関係は、次式

【0037】

【数2】

1への流入電流 $I_1$ 及び2次コイル32への流入電流 $I_2$ との関係は、次式

【0040】

【数3】

【0042】従って、トランスを用いた負荷抵抗変換部

17の1次コイル31における印加電圧 $V_1$ と流入電流 $I_1$ との比率( $V_1/I_1$ )は、次式

$$\frac{V_1}{I_1} = \left[ \frac{N_1}{N_2} \right]^2 \cdot R_{cir} \quad \dots\dots (4)$$

【0044】で表され、このことは負荷抵抗 $R_{cir}$ が1次コイル31側から見たときに( $N_1/N_2$ )<sup>2</sup>倍に変換されたことを示している。

【0045】ここで負荷抵抗変換部17においては、比率( $V_1/I_1$ )を最大の受信電力が得られる負荷抵抗

$$\frac{N_1}{N_2} = \left[ \frac{R_{pow}}{R_{cir}} \right]^{1/2} \quad \dots\dots (5)$$

【0047】で表わされる。

【0048】すなわちトランスを用いた負荷抵抗変換部17においては、電子回路18自身の負荷抵抗 $R_{cir}$ と最大の受信電力が得られる負荷抵抗の最適値 $R_{pow}$ (図14)がそれぞれ決まれば、巻数比率( $N_1/N_2$ )が決定することになる。従ってICカード11においては、電子回路18の負荷抵抗 $R_{cir}$ 及び最大の受信電力が得られる負荷抵抗の最適値 $R_{pow}$ に応じて決定される巻数比率( $N_1/N_2$ )の1次コイル31及び2次コイル32でなる負荷抵抗変換部17を電子回路18の前段に設けることにより、電子回路18に最大受信電力を供給し得るようになされている。

【0049】このようなトランスを用いた負荷抵抗変換部17は、図4に示すように共振コンデンサ16に接続された巻数 $N_1$ の1次コイル31を基板15上に実装すると共に、電子回路18に接続された巻数 $N_2$ の2次コイル32を1次コイル31と所定間隔離れた位置に実装し、1次コイル31と2次コイル32との間のトランス結合を利用して電子回路18の負荷抵抗 $R_{cir}$ を最大受信電力が得られる最適値 $R_{pow}$ に変換する。

【0050】このようにICカード11は、最大受信電力を供給し得るような所定の巻数比率のトランスを用い

$$V_3 = V_4 \cdot \frac{N_3}{N_4} \quad \dots\dots (6)$$

【0054】で表される。

【0055】また、負荷抵抗 $R_{cir}$ と、中間タップ42の印加電圧 $V_4$ と、中間タップ42への流入電流 $I_4$ と

$$V_4 = I_4 \cdot R_{cir} \quad \dots\dots (7)$$

【0057】で表される。

【0058】さらに、ループコイル41及び中間タップ42にエネルギー損失がないと仮定した場合、ループコイル41に与えられる電力と中間タップ42に与えられる電力とは同じなので、ループコイル41の印加電圧 $V$

【0043】

【数4】

の最適値 $R_{pow}$ として(4)式を変形すると、巻数 $N_1$ と巻数 $N_2$ との巻数比率( $N_1/N_2$ )は、次式

【0046】

【数5】

た負荷抵抗変換部17を電子回路18の前段に設けるようにしたことにより、電子回路18に最大受信電力を効率良く供給することができる。これによりICカード11は、電子回路18の誤動作を防止し得、データ書込読出器21との間で安定したデータ通信を実現し得るようになされている。

【0051】(2-2)中間タップを用いた負荷抵抗変換部の構成

図2との対応部分に同一符号を付して示す図5に示すように、負荷抵抗変換部17は巻数 $N_3$ のループコイル41を有し、当該ループコイル41の中間タップ42から取り出される電力を負荷抵抗 $R_{cir}$ に供給するようになされている。

【0052】この場合の中間タップを用いた負荷抵抗変換部17においては、ループコイル41の巻数 $N_3$ と、中間タップの巻数 $N_4$ と、ループコイル41の印加電圧 $V_3$ 、中間タップ42の印加電圧 $V_4$ 、ループコイル41への流入電流 $I_3$ 、中間タップ42への流入電流 $I_4$ とすると、巻数と印加電圧との関係は、次式

【0053】

【数6】

の関係は、次式

【0056】

【数7】

$I_3$ 及び中間タップ42の印加電圧 $V_4$ と、ループコイル41への流入電流 $I_3$ 及び中間タップ42への流入電流 $I_4$ との関係は、次式

【0059】

【数8】

$$V_3 \cdot I_3 = V_4 \cdot I_4$$

【0060】で表される。

【0061】従って、中間タップ42を用いた負荷抵抗変換部17におけるループコイル41の印加電圧 $V_3$ と

$$\frac{V_3}{I_3} = \left[ \frac{N_3}{N_4} \right]^2 \cdot R_{cir}$$

【0063】で表され、このことは負荷抵抗 $R_{cir}$ がループコイル41側から見たときに $(N_3/N_4)^2$ 倍に変換されたことを示している。

【0064】ここで負荷抵抗変換部17においては、比率 $(V_3/I_3)$ を最大の受信電力が得られる負荷抵抗

$$\frac{N_3}{N_4} = \left[ \frac{R_{pow}}{R_{cir}} \right]^{1/2}$$

【0066】で表わされる。

【0067】すなわち中間タップを用いた負荷抵抗変換部17においては、負荷抵抗 $R_{cir}$ 及び最大の受信電力が得られる負荷抵抗の最適値 $R_{pow}$  (図14)の値がそれぞれ決まれば、巻数比率 $(N_3/N_4)$ が決定することになる。従ってICカード11においては、巻数比率 $(N_3/N_4)$ のループコイル41及び中間タップ42でなる負荷抵抗変換部17を負荷抵抗 $R_{cir}$ の前段に設けることにより、電子回路18 (負荷抵抗 $R_{cir}$ )に最大受信電力を供給し得るようになされている。

【0068】例えば図6(A)に示す中間タップを用いた負荷抵抗変換部17は、最大の受信電力が得られる最適値 $R_{pow}$ が電子回路18の負荷抵抗 $R_{cir}$ よりも大きい場合の一例であり、図6(B)に示す中間タップを用いた負荷抵抗変換部17は、最大の受信電力が得られる負荷抵抗の最適値 $R_{pow}$ が電子回路18の負荷抵抗 $R_{cir}$ よりも小さい場合の一例である。

【0069】このような中間タップを用いた負荷抵抗変換部17は、図7に示すように共振コンデンサ16に接続された巻数 $N_3$ のループコイル41を基板15上に実装すると共に、ループコイル41の一端と巻数 $N_4$ の中間タップ42に電子回路18を接続することにより、電子回路18の負荷抵抗 $R_{cir}$ を最大の受信電力が得られ

$$I_{5A} = \frac{V_5}{R_{cir} + Z_1}$$

【0074】

$$I_{5B} = \frac{V_5}{Z_2}$$

【0075】で表される。

..... (8)

流入電流 $I_3$ との比率 $(V_3/I_3)$ は、次式

【0062】

【数9】

..... (9)

の最適値 $R_{pow}$ として(9)式を変形すると、巻数 $N_3$ と巻数 $N_4$ との巻数比率 $(N_3/N_4)$ は、次式

【0065】

【数10】

..... (10)

る最適値 $R_{pow}$ に変換( $R_{pow} > R_{cir}$ )する。

【0070】このようにICカード11は、中間タップ42を用いた負荷抵抗変換部17を電子回路18の前段に設けるようにしたことにより、電子回路18に最大受信電力を効率良く供給することができる。これによりICカード11は、電子回路18の誤動作を防止し得、データ書込読出器21との間で安定したデータ通信を実現し得るようになされている。

【0071】(2-3)インダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部の構成

図2との対応部分に同一符号を付して示す図8に示すように、負荷抵抗変換部17はどちらか一方をインダクタンス、他方をキャパシタンスとしたリアクタンス素子51及び52を負荷抵抗 $R_{cir}$ に並列及び直列に接続して構成されている。

【0072】この負荷抵抗変換部17は、印加電圧 $V_5$ 、流入電流 $I_5$ 、リアクタンス素子51に流れる流入電流 $I_{5A}$ 、リアクタンス素子52に流れる流入電流 $I_{5B}$ 、リアクタンス素子51のリアクタンス $Z_1$ 、リアクタンス素子52のリアクタンス $Z_2$ とすると、流入電流 $I_{5A}$ 及び $I_{5B}$ は、次式

【0073】

【数11】

..... (11)

【数12】

..... (12)

【0076】ここで流入電流 $I_5$ は、次式

【0077】

$$I_s = I_{sA} + I_{sB}$$

【0078】なので、(13)式を(11)式及び(12)式によって変形すると、(13)式は、次式

$$I_s = \frac{V_s}{\frac{1}{R_{cir} + Z_1} + \frac{1}{Z_2}}$$

【0080】によって表される。

【0081】この(14)式に基づく印加電圧 $V_s$ と流入電流 $I_s$ の比率( $V_s/I_s$ )は、次式

$$\frac{V_s}{I_s} = \frac{1}{R_{cir} + Z_1} + \frac{1}{Z_2}$$

【0083】と表され、この(15)式をさらに実部 $Real$ と虚部 $Img$ とに分けると、次式

$$\frac{V_s}{I_s} = Real + Img$$

【0085】のように表される。

【0086】この(16)式は、負荷抵抗変換部17を通して負荷抵抗 $R_{cir}$ をみたときのリアクタンスを示しており、最大の受信電力が得られる負荷抵抗の最適値 $R_{pow}$

$$R_{pow} = Real$$

【0088】

$$Img = 0$$

【0089】が成立する必要がある。

【0090】このような関係を(16)式が満足するように、(15)式のリアクタンス $Z_1$ 、 $Z_2$ を求めれば、負荷抵抗 $R_{cir}$ は負荷抵抗変換部17によって最大の受信電力が得られる最適値 $R_{pow}$ に変換されたことになる。

【0091】すなわちICカード11においては、インダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部17によって(16)式の実部 $Real$ が負荷抵抗の最適値 $R_{pow}$ (図14)になるときのリアクタンス $Z_1$ 、 $Z_2$ を設定すれば、電子回路18(負荷抵抗 $R_{cir}$ )に最大受信電力を供給し得るようになされている。

【0092】例えば図9(A)に示すインダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部17は、電子回路18に対して並列にリアクタンス $Z_2$ のキャパシタンス53を接続すると共に、電子回路18に対して直列にリアクタンス $Z_1$ のインダクタンス54を接続する

(この接続形態をパス1とする)ことにより、電子回路18に対して最大受信電力を供給し得るようになされて

【数13】

..... (13)

【0079】

【数14】

..... (14)

【0082】

【数15】

..... (15)

【0084】

【数16】

..... (16)

$R_{pow}$ は実部 $Real$ で表されるので(16)式は、次式

【0087】

【数17】

..... (17)

【数18】

..... (18)

いる。

【0093】また図9(B)に示すインダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部17は、電子回路18に対して並列にリアクタンス $Z_2$ のインダクタンス55を接続すると共に、電子回路18に対して直列にリアクタンス $Z_1$ のキャパシタンス56を接続する(この接続形態をパス2とする)ことにより、電子回路18に対して最大受信電力を供給し得るようになされている。

【0094】このようにICカード11は、所定値のリアクタンス $Z_1$ 、 $Z_2$ を有するインダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部17を電子回路18の前段に設けるようにしたことにより、電子回路18に最大受信電力を効率良く供給することができる。これによりICカード11は、電子回路18の誤動作を防止し得、データ書込読出器21との間で安定したデータ通信を実現し得るようになされている。

【0095】以上の構成において、ICカード11はデータ書込読出器21から放射された電磁波をループアン

テナ 12 及び共振コンデンサ 16 でなる共振回路によって受信効率を一段と向上させた状態で受信し、負荷抵抗変換部 17 によってループアンテナ 12 からみた電子回路 18 の負荷抵抗  $R_{cir}$  をデータ書込読出器 21 との距離に応じて最大受信電力が得られる最適値  $R_{pow}$  に変換する。

【0096】そして IC カード 11 は、電子回路 18 の負荷抵抗  $R_{cir}$  を最大受信電力が得られる最適値  $R_{pow}$  に変換したことにより、共振コンデンサ 16 の両端から最大の受信電力を負荷抵抗変換部 17 を介して電子回路 18 に供給する。

【0097】以上の構成によれば、IC カード 11 は負荷抵抗変換部 17 を電子回路 18 の前段に設けるようにしたことにより、電子回路 18 の負荷抵抗  $R_{cir}$  がどのような値であっても負荷抵抗変換部 17 によって負荷抵抗  $R_{cir}$  をデータ書込読出器 21 との距離に応じた最適値  $R_{pow}$  に変換して最大の受信電力を電子回路 18 に常供給することができる。

【0098】これにより IC カード 11 は、電子回路 18 の誤動作を常に回避して、データ書込読出器 21 との間で安定したデータ通信を実行することができると共に、データ書込読出器 21 に対して必要以上の強い電磁波の供給を受ける必要がなくなるので無駄な消費電力の増加を抑えることができる。

【0099】なお上述の実施の形態においては、基板 15 上に 1 次、2 次コイル及びループコイルを実装することによりトランス及び中間タップを用いた負荷抵抗変換部 17 を形成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、フィルムパターンによってトランス及び中間タップを用いた負荷抵抗変換部 17 を形成するようにしても良い。この場合にも上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0100】また上述の実施の形態においては、インダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部 17 を 1 個ずつのインダクタンス及びキャパシタンスによって構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図 10 に示すように複数のインダクタンス及びキャパシタンスによって (16) 式の実部  $Re a 1$  が負荷抵抗の最適値  $R_{pow}$  (図 14) になるようにリアクタンス  $Z_1$ 、 $Z_2$  を設定するようにすれば、リアクタンス素子を複数用いても良い。

【0101】さらに上述の実施の形態においては、インダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部 17 のリアクタンス  $Z_1$  及び  $Z_2$  を (11) 式～(18) 式を用いて求めるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図 11 に示すようにイミッタンス (インピーダンスとアドミッタンスの総称である) チャートを用いてリアクタンス  $Z_1$  及び  $Z_2$  を容易に求めるようにしても良い。

【0102】このイミッタンスチャートを用いた手法の

場合、インピーダンスとアドミッタンスを反射係数の概念に変換し、その領域においてグラフィカルに扱うものであり、具体的には電子回路 18 の負荷抵抗  $R_{cir}$  と最大の受信電力が得られる最適値  $R_{pow}$  をプロットし、プロットした位置の間をグラフ上の曲線に従って移動するパスを求めることにより、インダクタンス及びキャパシタンスによる整合回路のリアクタンス  $Z_1$  及び  $Z_2$  を容易に求めることができる。この場合、図 9 (A) に対応するものがパス 1 であり、図 9 (B) に対応するものがパス 2 となる。

【0103】さらに上述の実施の形態においては、電子回路の負荷抵抗  $R_{cir}$  に応じて負荷抵抗変換部 17 で予め負荷抵抗の最適値  $R_{pow}$  を設定しておくようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、接続する電子回路を変更したときにも変更後の電子回路の負荷抵抗に応じて最大受信電力が得られるように負荷抵抗変換部 17 の巻数、中間タップの位置及びリアクタンス  $Z_1$ 、 $Z_2$  を設定し直して負荷抵抗の最適値  $R_{pow}$  を調整し得るようにしても良い。

【0104】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、アンテナを介して受信した電磁波のエネルギーに基づく起電力を所定の電子回路に供給するアンテナ装置において、アンテナ側からみた電子回路の負荷抵抗を所定値に変換する負荷抵抗変換手段を具え、当該負荷抵抗変換手段によって最大の起電力を電子回路に供給することにより、接続される電子回路を常に効率良く正常に動作させ得るアンテナ装置を実現することができる。

【0105】所定の電子回路に対するデータの書き込み及び読み出しを電磁波によって非接触で行うカード状記憶媒体において、電磁波を受信して当該電磁波のエネルギーに基づく起電力を所定の電子回路に供給するアンテナと、当該アンテナ側からみた電子回路の負荷抵抗を所定値に変換する負荷抵抗変換手段とを具え、当該負荷抵抗変換手段によって最大の起電力を電子回路に供給することにより、接続される電子回路を常に効率良く正常に動作させ得るカード状記憶媒体を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】非接触 IC カードシステムの構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明による IC カードの構成を示す接続図である。

【図 3】トランスを用いた負荷抵抗変換部の構成を示す接続図である。

【図 4】トランスを用いた負荷抵抗変換部の実装イメージを示す略線図である。

【図 5】中間タップを用いた負荷抵抗変換部の構成を示す接続図である。

【図 6】中間タップを用いた負荷抵抗変換部と電子回路

との接続例を示す接続図である。

【図 7】中間タップを用いた負荷抵抗変換部の実装イメージを示す略線図である。

【図 8】インダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部の構成を示す接続図である。

【図 9】インダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部と電子回路との接続例を示す接続図である。

【図 10】他の実施の形態におけるインダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部の構成を示す接続図である。

【図 11】他の実施の形態におけるインダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部のリアクタンスを算出するためのイミッタンスチャートを示す略線図で

ある。

【図 12】従来の IC カードにおける共振型ループアンテナと電子回路との接続方法の説明に供する略線図である。

【図 13】受信電力の測定方法を示す略線図である。

【図 14】共振型ループアンテナによる受信電力と負荷抵抗の関係を示す特性曲線図である。

【符号の説明】

1……IC カードシステム、11……IC カード、12、22……ループアンテナ、17……負荷抵抗変換部、18……電子回路、21……データ書込読出器、31……1 次コイル、32……2 次コイル、41……ループコイル、42……中間タップ、51、52……リアクタンス素子。

【図 1】

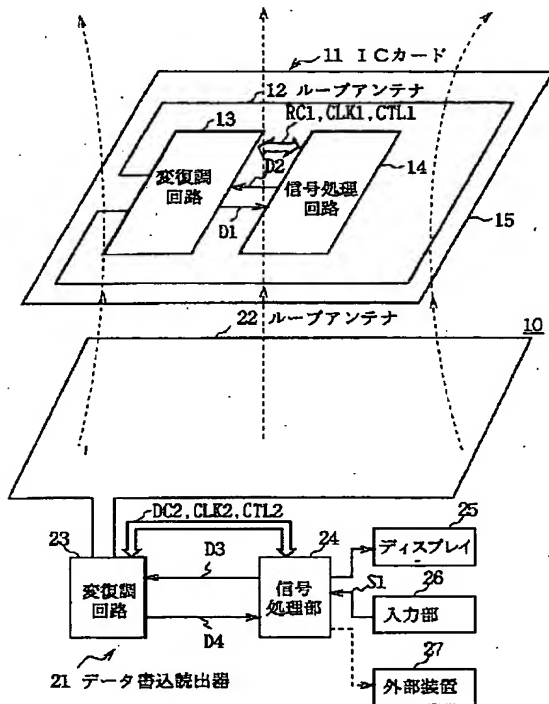


図 1 非接触 IC カードシステム

【図 3】

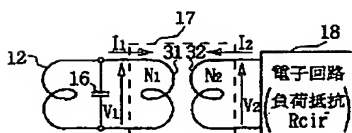


図 3 トランスを用いた負荷抵抗変換部

【図 2】



図 2 本発明による IC カード

【図 4】

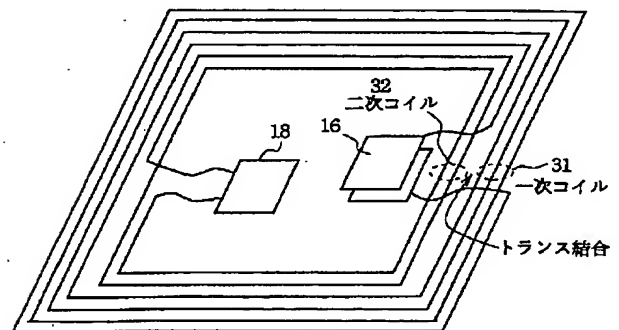


図 4 トランスを用いた負荷抵抗変換部の実装イメージ

【図 5】

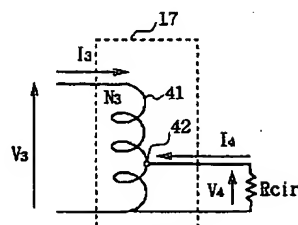
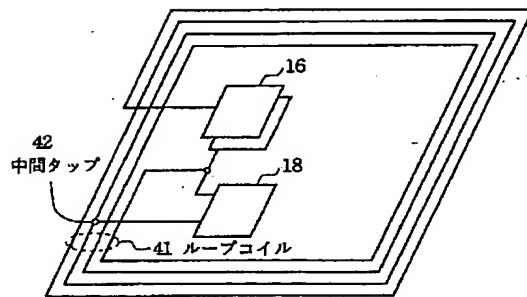


図 5 中間タップを用いた負荷抵抗変換部

【図7】

図7 中間タップを用いた負荷抵抗変換部の実装イメージ ( $R_{pow} > R_{cir}$ )

【図8】

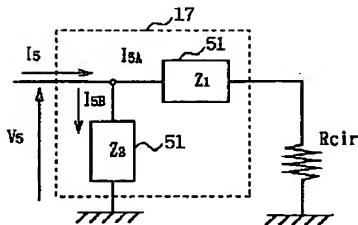


図8 インダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部

(A)

(B)

図9 インダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部と電子回路との接続例

【図10】

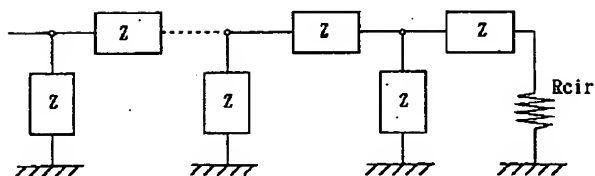


図10 他の実施の形態におけるインダクタンス及びキャパシタンスを用いた負荷抵抗変換部

【図6】

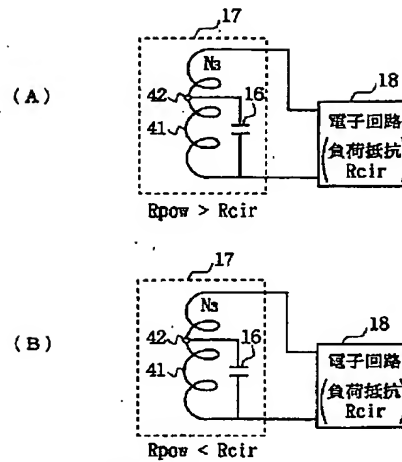
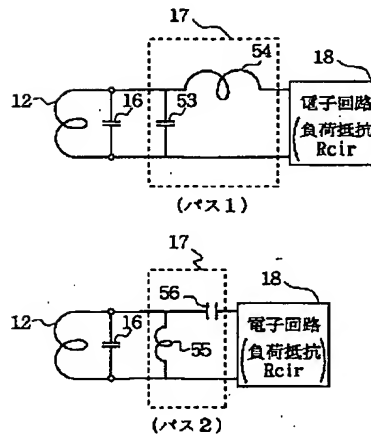


図6 中間タップを用いた負荷抵抗変換部と電子回路との接続例

【図9】



【図12】

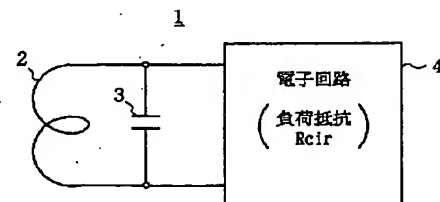


図12 従来のICカードにおける共振型ループアンテナと電子回路との接続方法

【図11】

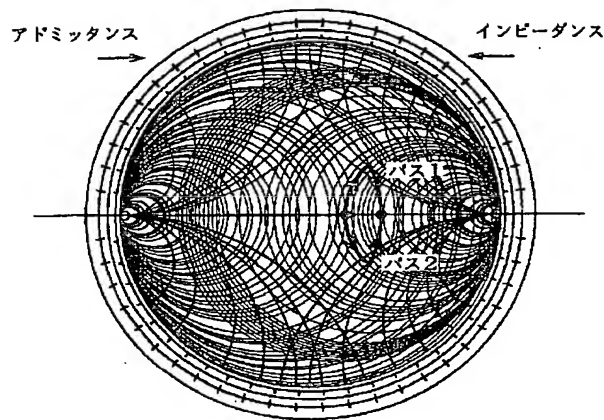


図11 イミッタンスチャート

【図13】

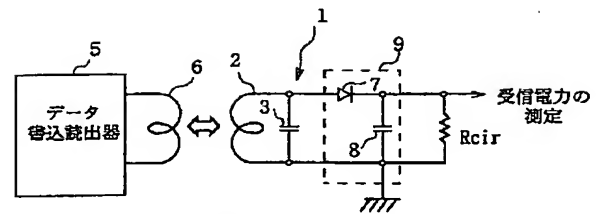


図13 受信電力の測定方法

【図14】

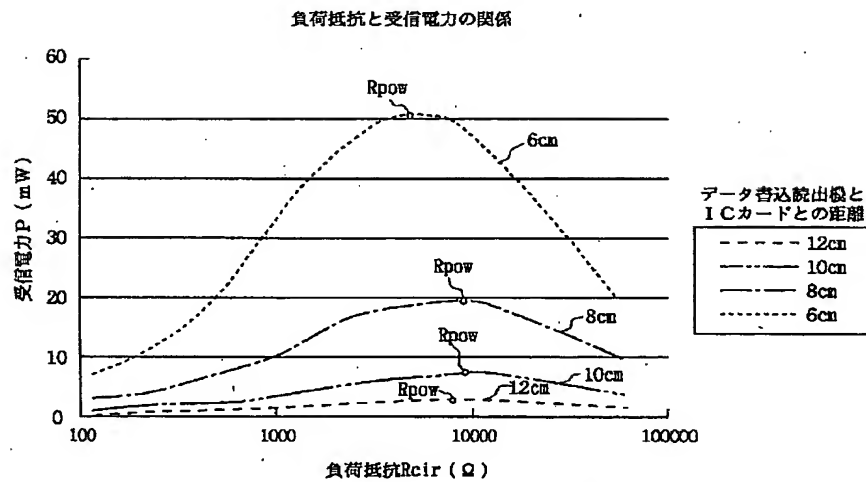


図14 共振型ループアンテナによる受信電力と負荷抵抗の関係